

Partial translation of JP 9-199787. A

... omitted...

5 [0022] In the laser device according to the present invention,  
further, a metal thin film 50 reflecting light of the active  
layer is formed on the dielectric thin film 40. This metal  
thin film 50 is so formed that transverse light of the active  
layer 5 can be completely confined. A material such as Al,  
10 Ag, Ni, Cr or Pt having high reflectance with respect to a  
nitride semiconductor laser beam (380 nm to 550 nm, for example)  
is preferably selected as the material for the metal thin film.

... omitted...

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-199787

(43)Date of publication of application : 31.07.1997

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 08-006299

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 18.01.1996

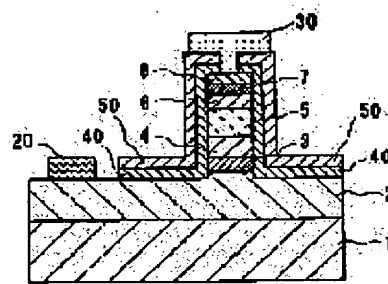
(72)Inventor : YAMADA TAKAO

## (54) NITRIDE SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform light confinement in an activation layer in horizontal mode by forming dielectric thin film on the surface of an n-type nitride semiconductor layer which is parallel to the laser beam oscillation direction, on the surface of an activation layer and a p-type nitride semiconductor layer and forming a metal thin film on the surface of the dielectric thin film.

**SOLUTION:** A p-type contact layer 8, p-type light confining layer 7, activation film 5, p-type light guide layer 6, n-type light guide layer 4, n-type light confining layer 3 and an n-type contact layer 2 are etched in stripe shape. The light emission from the activation layer 5 is resonated and laser-oscillated in the lengthwise direction of the stripe and the light in the vertical direction is controlled by the n-type and p-type light confining layers. Then, a dielectric thin film 40 is formed by plasma CVD method, using high dielectric materials, such as SiO<sub>x</sub>, SiN and AlN, a metal thin film 50 which reflects the light from the activation layer 5 is formed on the thin film 40, and the light of in the activation layer 5 in the horizontal direction is completely confined. Thus, stable laser beams are obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.07.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3264163

[Date of registration] 28.12.2001

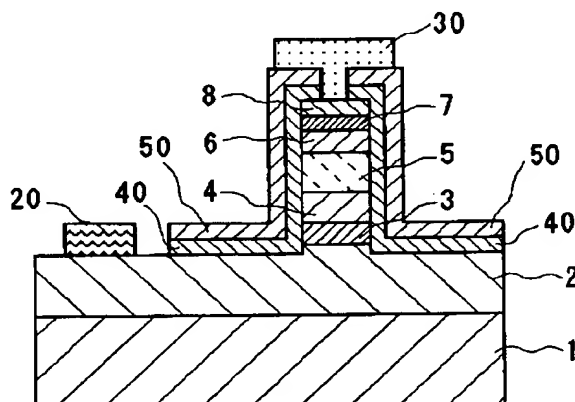
[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-13990

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 09.08.2001

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型窒化物半導体とp型窒化物半導体層との間にレーザ発振する活性層を有し、レーザ光の共振方向に対して平行な前記n型窒化物半導体層、前記活性層及び前記p型窒化物半導体層の表面には誘電体薄膜が形成され、その誘電体薄膜の表面に金属薄膜が形成されていることを特徴とする窒化物半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記金属薄膜の表面にさらに第二の誘電体薄膜が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の窒化物半導体レーザ素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する分野】本発明は窒化物半導体 ( $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ,  $0 \leq x$ ,  $0 \leq y$ ,  $x+y \leq 1$ ) よりなるレーザ素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】緑色～紫外にレーザ発振する半導体材料として窒化物半導体が研究されている。窒化物半導体レーザ素子が例えば特開平6-152072号公報に示されている。この公報では活性層が格子整合したクラッド層で挟まれたダブルヘテロ構造のレーザが示されており、素子構造として電極ストライプ型、メサストライプ型、ヘテロアイソレーションストライプ型等の利得導波型レーザ、埋め込みヘテロストライプ型の屈折率導波型レーザ等が示されている。

【0003】一般に利得導波型のレーザ素子では、電流がクラッド層中で広がるため、横モードのレーザ光を制御して、単一モードで安定な横モードの光を得ると共に、非点隔差を小さくする目的で活性層の横方向、即ちレーザの共振方向に平行な方向にあたる部分を、活性層よりも屈折率の低い材料で挟んだ屈折率導波型のレーザ素子が採用される。前記公報に示される屈折率導波型のレーザ素子も、横方向にあたる活性層をi型の $\text{InAlGa}\text{N}$ で挟んでいるが、四元混晶の窒化物半導体は非常に結晶成長が難しく、例えば数 $\mu\text{m}$ もの厚膜で成長させるのが難しいという欠点がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】窒化物半導体レーザ素子のレーザ光の横方向の光閉じ込めを行うためには、もっと現実的に即した材料を選定して、効果的に光閉じ込めを行うことが望ましい。そこで本発明はこのような事情を鑑みて成されたものであって、その目的とするところは、窒化物半導体レーザ素子の活性層の横モードの光閉じ込めを行い安定したレーザ素子を得ることにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のレーザ素子はn型窒化物半導体とp型窒化物半導体層との間にレーザ発振する活性層を有し、レーザ光の共振方向に対して平行な前記n型窒化物半導体層、前記活性層及び前記p型窒化物半導体層の表面には誘電体薄膜が形成され、その誘

電体薄膜の表面に金属薄膜が形成されていることを特徴とする。

【0006】また、前記金属薄膜の表面にさらに第二の誘電体薄膜が形成されていることを特徴とする。

## 【0007】

【作用】本発明のレーザ素子ではレーザの共振方向に平行な方向にあるn型窒化物半導体、活性層及びp型窒化物半導体の表面に誘電体薄膜と金属薄膜が形成されている。つまりそのレーザ光の共振方向に平行な方向にある活性層の側面を誘電体薄膜と、金属薄膜とで被覆していることにより、レーザ光の横モードの光閉じ込めができるので、単一モードのレーザ光が得やすい。

【0008】さらに、金属薄膜が表面に露出すると、正電極と負電極とが導電性材料を介して短絡すると恐れがあるため、さらにその金属薄膜の表面に第二の誘電体薄膜を形成することにより電極間の短絡を防止することができる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】図1は本発明のレーザ素子の構造を示す模式的な断面図であり、図2は図1のレーザ素子の形状を示す斜視図である。なお、図1は図2のレーザ素子を共振面に対して平行な方向で切断した際の断面図である。このレーザ素子の基本的な構造は絶縁性基板1の上に、窒化物半導体よりなるn型コンタクト層2、n型光閉じ込め層3、n型光ガイド層4、活性層5、p型光ガイド層6、p型光閉じ込め層7、p型コンタクト層8との積層構造である。さらに、最上層のp型コンタクト層8側からn型コンタクト層2まで、ストライプ状のエッチングを行い、活性層の幅を狭くして、電流が活性層に集中するようにしている。またエッチングによりストライプ状とされた共振器のp型コンタクト層8には正電極30が設けられ、正電極30と平行な方向でn型コンタクト層2には負電極20が設けられている。

【0010】基板1はサファイア ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、A面、C面、R面)、スピネル ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 、111面) 等の絶縁性基板が多く用いられるが、その他SiC、MgO、Si、ZnO等の単結晶よりなる従来より知られている基板が用いられる。なおこの図では絶縁性基板を使用している。

【0011】n型コンタクト層2は $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x$ ,  $0 \leq y$ ,  $x+y \leq 1$ ) で構成することができ、特にGa $\text{N}$ 、InGa $\text{N}$ 、その中でもSiをドーブしたGa $\text{N}$ で構成することにより、キャリア濃度の高いn型層が得られ、また負電極20と好ましいオーミック接触が得られるので、レーザ素子のしきい値電流を低下させることができる。負電極20の材料としてはAl、Ti、W、Cu、Zn、Sn、In等の金属若しくは合金が好ましいオーミックが得られる。Ga $\text{N}$ に限らず窒化物半導体は、ノンドーブ (不純物をドーブしない状態) でも結晶内部にできる窒素空孔のためn型となる

性質があるが、Si、Ge、Sn等のドナー不純物を結晶成長中にドーブすることにより、キャリア濃度が高く、好ましいn型特性を示す窒化物半導体を得られる。

【0012】n型光閉じこめ層3はAlを含むn型の窒化物半導体で構成し、好ましくは二元混晶あるいは三元混晶の $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  ( $0 < y \leq 1$ ) とすることにより、結晶性の良いものが得られ、また活性層との屈折率差を大きくしてレーザ光の縦モードの閉じ込めに有効である。この層は通常 $0.1\mu\text{m} \sim 1\mu\text{m}$ の膜厚で成長させることが望ましい。 $0.1\mu\text{m}$ よりも薄いと光閉じ込め層として作用しにくく、 $1\mu\text{m}$ よりも厚いと、結晶中にクラックが入りやすくなり素子作成が困難となる傾向にある。

【0013】n型光ガイド層4は、Inを含むn型の窒化物半導体若しくはn型Ga<sub>x</sub>Nで構成し、好ましくは三元混晶若しくは二元混晶の $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  ( $0 \leq x < 1$ ) とする。この層は通常100オングストローム $\sim 1\mu\text{m}$ の膜厚で成長させることが望ましく、特にInGa<sub>x</sub>N、Ga<sub>x</sub>Nとすることにより次の活性層5を量子井戸構造とすることが容易に可能になる。

【0014】活性層5は先にも述べたように、Inを含む窒化物半導体で構成し、好ましくは三元混晶の $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  ( $0 < x < 1$ ) とする。三元混晶のInGa<sub>x</sub>Nは四元混晶のものに比べて結晶性が良い物が得られるので、発光出力が向上する。その中でも特に好ましくは活性層を $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ よりなる井戸層と、井戸層よりもバンドギャップの大きい窒化物半導体よりなる障壁層とを積層した多重量子井戸構造(MQW: Multi-quantum-well)とする。障壁層も同様に三元混晶の $\text{In}_{x'}\text{Ga}_{1-x'}\text{N}$  ( $0 \leq x' < 1$ ,  $x' < x$ ) が好ましく、井戸+障壁+井戸+...+障壁+井戸層となるように積層して多重量子井戸構造を構成する。このように活性層をInGa<sub>x</sub>Nを積層したMQWとすると、量子準位間発光で約365nm $\sim 660\text{nm}$ 間での高出力なLDを実現することができる。さらに、井戸層の上にInGa<sub>x</sub>Nよりなる障壁層を積層すると、InGa<sub>x</sub>Nよりなる障壁層はGa<sub>x</sub>N、AlGa<sub>x</sub>N結晶に比べて結晶が柔らかい。そのためクラッド層のAlGa<sub>x</sub>Nの厚さを厚くできるのでレーザ発振が実現できる。さらに、InGa<sub>x</sub>NとGa<sub>x</sub>Nとでは結晶の成長温度が異なる。例えばMOVPE法ではInGa<sub>x</sub>Nは600℃ $\sim 800^\circ\text{C}$ で成長させるのに対して、Ga<sub>x</sub>Nは800℃より高い温度で成長させる。従って、InGa<sub>x</sub>Nよりなる井戸層を成長させた後、Ga<sub>x</sub>Nよりなる障壁層を成長させようとするれば、成長温度を上げてやる必要がある。成長温度を上げると、先に成長させたInGa<sub>x</sub>N井戸層が分解してしまうので結晶性の良い井戸層を得ることは難しい。さらに井戸層の膜厚は数十オングストロームしかなく、薄膜の井戸層が分解するとMQWを作製するのが困難となる。それに対し本発明では、障壁層もInGa<sub>x</sub>Nであるため、井戸層と障壁層が

同一温度で成長できる。従って、先に形成した井戸層が分解することがないので結晶性の良いMQWを形成することができる。これはMQWの最も好ましい態様を示したものであるが、他に井戸層をInGa<sub>x</sub>N、障壁層をGa<sub>x</sub>N、AlGa<sub>x</sub>Nのように井戸層よりも障壁層のバンドギャップエネルギーを大きくすればどのような組成でも良い。

【0015】多重量子井戸構造の活性層5の総膜厚は100オングストローム以上に調整することが好ましい。100オングストロームよりも薄いと、十分に出力が上がらず、レーザ発振しにくい傾向にある。また活性層の膜厚も厚すぎると出力が低下する傾向にあり、 $1\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以下に調整することが望ましい。 $1\mu\text{m}$ よりも厚いと活性層の結晶性が悪くなるか、レーザ光が活性層中に広がってしまい、しきい値電流が増加する傾向にある。

【0016】次にp型光ガイド層6は、Inを含む窒化物半導体若しくはGa<sub>x</sub>Nで構成し、好ましくは二元混晶または三元混晶の $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  ( $0 < y \leq 1$ ) を成長させる。この光ガイド層6は、通常100オングストローム $\sim 1\mu\text{m}$ の膜厚で成長させることが望ましく、特にInGa<sub>y</sub>N、Ga<sub>y</sub>Nとすることにより、次のp型光閉じこめ層7を結晶性良く成長できる。なお、p型の窒化物半導体はZn、Mg、Be、Cd、Ca等のアクセプター不純物を結晶成長中にドーブすることによって得られるが、その中でもMgが最も好ましいp型特性を示す。また結晶成長後、不活性ガス雰囲気中で、400℃以上でアニーリングすることにより、さらに低抵抗なp型を得ることができる。

【0017】p型閉じこめ層7は、Alを含むp型の窒化物半導体で構成し、好ましくは二元混晶または三元混晶の $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$  ( $0 < y \leq 1$ ) とすることにより結晶性の良いものが得られる。このp型光閉じこめ層はn型光閉じこめ層と同じく、 $0.1\mu\text{m} \sim 1\mu\text{m}$ の膜厚で成長させることが望ましく、AlGa<sub>x</sub>NのようなAlを含むp型窒化物半導体とすることにより、活性層との屈折率差を大きくして、縦モードのレーザ光の光閉じ込め層として有効に作用する。

【0018】p型コンタクト層8はp型 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x$ ,  $0 \leq y$ ,  $x+y \leq 1$ ) で構成することができ、特にInGa<sub>x</sub>N、Ga<sub>x</sub>N、その中でもMgをドーブしたp型Ga<sub>x</sub>Nとすると、最もキャリア濃度の高いp型層が得られて、正電極30と良好なオーミック接触が得られ、しきい値電流を低下させることができる。正電極30の材料としてはNi、Pd、Ir、Rh、Pt、Ag、Au等の比較的仕事関数の高い金属又は合金がオーミックが得られやすい。

【0019】次に本発明のレーザ素子では、図1に示すように、p型コンタクト層8、p型光閉じ込め層7、p型光ガイド層6、活性層5、n型光ガイド層4、n型光

閉じ込め層3及びn型コンタクト層がストライプ状にエッチングされている。活性層5の発光はストライプの長さ方向に共振してレーザ発振する。縦方向の光はn型とp型の光閉じ込め層で制御される。横方向の光はレーザ光の共振方向に平行な方向にあるエッチング端面に形成された誘電体薄膜40と金属薄膜50とで閉じ込められる。

【0020】p型コンタクト層8のストライプ幅は特に問うものではないが、10μm以下、さらに好ましくは5μm以下、最も好ましくは3μm以下に調整すると、レーザの非点隔差が小さくなり、しきい値電流も低くなる。エッチング手段はドライエッチングを好ましく用い、例えば反応性イオンエッチング、イオンミリング、ECRエッチング、集束イオンビームエッチング、イオンビームアシストエッチング等を用いることができる。

【0021】次に、誘電体薄膜40を形成するには、プラズマCVD、スパッタリング、分子線蒸着等の常用されている気相製膜手段を用いることができ、材料としては、例えばSiO<sub>x</sub>、SiN、AlN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の高誘電体材料が使用できる。またこれらの誘電体を薄膜を多層に積層して、活性層5の横方向の光を反射する誘電体多層膜を形成しても良い。誘電体薄膜は例えば0.01μm〜50μm程度の膜厚で形成できる。

【0022】さらに本発明のレーザ素子では誘電体薄膜40の上に活性層の光を反射する金属薄膜50を形成している。この金属薄膜50を形成することにより活性層5の横方向の光を完全に閉じ込めることができる。金属薄膜の材料としてはAl、Ag、Ni、Cr、Pt等の窒化物半導体レーザ光（例えば380nm〜550nm）に対して反射率が高い材料を選択することが望ましい。

【0023】図3は本発明の他の実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式的な断面図であり、レーザ素子をヒートシンクに半田等の導電性材料90を介して接続した状態を示している。図3が図1、図2と異なる点は金属薄膜50の上にさらに第二の誘電体薄膜41を形成しているところである。

【0024】第二の誘電体薄膜41は金属薄膜50の表面に形成されて、電極間のショート防止の作用をする。つまりレーザチップをフェースダウンでヒートシンク、サブマウント等の基台に接続した際、電極と基台とを接続する半田等の導電性材料が金属薄膜に触れた状態で、正と負の電極が接続されると電極間ショートを生じさせる恐れがある。従って金属薄膜50の表面をさらに第二の誘電体薄膜41で覆うことにより、電極間ショートを防止できる。特にこの図に示すように、第二の誘電体薄膜41を先に形成した誘電体薄膜40と金属薄膜50との界面を覆うように連続して形成すると、より効果的である。

【0025】〔実施例〕以下、図1及び図3を基に本発

明の実施例について述べる。スピネル(MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、111面)よりなる基板1をMOVPE装置の反応容器内に設置した後、原料ガスにTMG(トリメチルガリウム)と、アンモニアを用い、温度500℃でサファイア基板の表面にGaNよりなるバッファ層を200オングストロームの膜厚で成長させた。このバッファ層は基板と窒化物半導体との格子不整合を緩和する作用があり、他にAlN、AlGaN等を成長させることも可能である。このバッファ層を成長させることにより、基板の上に成長させるn型窒化物半導体の結晶性が良くなることが知られているが、成長方法、基板の種類等によりバッファ層が成長されない場合もある。

【0026】続いて温度を1050℃に上げ、原料ガスにTMG、アンモニア、ドナー不純物としてSiH<sub>4</sub>(シラン)ガスを用いて、SiドープGaNよりなるn型コンタクト層2を4μmの膜厚で成長させた。

【0027】次に温度を750℃まで下げ、原料ガスにTMG、TMI(トリメチルインジウム)、アンモニア、不純物ガスにシランガスを用い、SiドープIn<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nよりなるクラック防止層を500オングストロームの膜厚で成長させた。このクラック防止層は特に図示していないが、Inを含むn型の窒化物半導体、好ましくはInGaNで成長させることにより、次に成長させるAlを含む窒化物半導体よりなるn型光閉じこめ層3を厚膜で成長させることが可能となる。LDの場合は、光閉じ込め層、光ガイド層となる層を、例えば0.1μm以上の膜厚で成長させる必要がある。従来ではGaN、AlGaN層の上に直接厚膜のAlGaNを成長させると、後から成長させたAlGaNにクラックが入るので素子作製が困難であったが、このクラック防止層が次に成長させる光閉じこめ層3にクラックが入るのを防止することができる。しかも次に成長させる光閉じこめ層3を厚膜で成長させても膜質良く成長できる。なおこのクラック防止層は100オングストローム以上、0.5μm以下の膜厚で成長させることが好ましい。100オングストロームよりも薄いと前記のようにクラック防止として作用しにくく、0.5μmよりも厚いと、結晶自体が黒変する傾向にある。なお、このクラック防止層は成長方法、成長装置によっては省略することもできる。

【0028】次に、温度を1050℃にして、原料ガスにTEG、TMA(トリメチルアルミニウム)、アンモニア、不純物ガスにシランガスを用いて、Siドープn型Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Nよりなるn型光閉じこめ層3を0.5μmの膜厚で成長させた。

【0029】続いて、原料ガスにTMG、アンモニア、不純物ガスにシランガスを用い、Siドープn型GaNよりなるn型光ガイド層4を500オングストロームの膜厚で成長させた。

【0030】次に原料ガスにTMG、TMI、アンモニ

10

20

30

40

50

アを用いて活性層5を成長させた。活性層は温度を750℃に保持して、まずノンドープIn<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Nよりなる井戸層を250Åの膜厚で成長させる。次にTMIのモル比を変化させるのみで同一温度で、ノンドープIn<sub>0.01</sub>Ga<sub>0.99</sub>Nよりなる障壁層を50Åの膜厚で成長させる。この操作を13回繰り返し、最後に井戸層を成長させ総膜厚0.1μmの膜厚の多重量子井戸構造よりなる活性層を成長させた。

【0031】活性層5成長後、温度を1050℃にしてTMG、TMA、アンモニア、アクセプター不純物源としてCp2Mg（シクロペンタジエニルマグネシウム）を用い、Mgドープp型Al<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>Nよりなるp型キャップ層を100Åの膜厚で成長させた。このp型キャップ層は特に図示していないが、1μm以下、さらに好ましくは10Å以上、0.1μm以下の膜厚で成長させることにより、InGa<sub>0.4</sub>Nよりなる活性層が分解するのを防止するキャップ層としての作用があり、また活性層の上にAlを含むp型窒化物半導体よりなるp型キャップ層48を成長させることにより、発光出力が格段に向上する。逆に活性層に接するp層をGa<sub>0.4</sub>Nとすると素子の出力が約1/3に低下してしまう。これはAlGa<sub>0.4</sub>NがGa<sub>0.4</sub>Nに比べてp型になりやすく、またp型キャップ層成長時に、InGa<sub>0.4</sub>Nが分解するのを抑える作用があるためと推察されるが、詳しいことは不明である。このp型キャップ層の膜厚は1μmよりも厚いと、層自体にクラックが入りやすくなり素子作製が困難となる傾向にある。なおこのp型キャップ層も省略可能である。

【0032】次に温度を1050℃に保持して、TMG、アンモニア、Cp2Mgを用いMgドープp型Ga<sub>0.4</sub>Nよりなるp型光ガイド層6を500Åの膜厚で成長させた。この第二のp型光ガイド層は上記したように、InGa<sub>0.4</sub>N、Ga<sub>0.4</sub>Nとすることにより次のAlを含む光閉じこめ層を結晶性良く成長できる。

【0033】続いて、TMG、TMA、アンモニア、Cp2Mgを用いてMgドープAl<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Nよりなるp型光閉じこめ層7を0.5μmの膜厚で成長させた。

【0034】続いて、TMG、アンモニア、Cp2Mgを用い、Mgドープp型Ga<sub>0.4</sub>Nよりなるp型コンタクト層8を0.5μmの膜厚で成長させた。

【0035】以上のようにして窒化物半導体を積層したウェーハを反応容器から取り出し、反応性イオンエッチング（RIE）装置にて、最上層のp型コンタクト層8側から選択エッチを行い、負電極を形成すべきn型コンタクト層の表面を露出させると共に、p型コンタクト層8からn型コンタクト層2までをストライプ形状にエッチングした。なおストライプ幅は10μmとした。

【0036】エッチングの終わった窒化物半導体ウェーハの正電極、負電極を形成すべき部分にマスクをかけ、

さらにプラズマCVD装置でSiO<sub>2</sub>とTiO<sub>2</sub>よりなる誘電体多層膜40を前記したエッチング端面に総膜厚10μmで形成した。なお誘電体多層膜は活性層の発光波長を反射するように設計されていることは言うまでもない。またこの誘電体薄膜は多層膜としたが、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等の単一膜で形成しても良い。

【0037】次に、誘電体薄膜40の上にAlよりなる金属薄膜50を蒸着により0.1μmの膜厚で形成した。

【0038】さらに、その金属薄膜50の上にSiO<sub>2</sub>よりなる第二の誘電体薄膜41を同じくプラズマCVD法により、1μmの膜厚で形成した。

【0039】p型コンタクト層8にはNiとAuよりなるストライプ状の正電極30を絶縁膜11を介して形成し、先に露出させたn型コンタクト層2にはTiとAlよりなるストライプ状の負電極20を形成した。

【0040】以上のようにしたウェーハを、まずストライプ状の電極に平行な位置で分割した後、次に電極に垂直な方向で分割し、垂直な方向で分割した分割面を研磨して鏡面とした。その共振面に常法に従って反射鏡を形成してレーザチップとした。このレーザチップを図3に示すように、予め電極パターン100が形成されたヒートシンクに設置し、常温でパルス発振させたところ、しきい値電流密度2kA/cm<sup>2</sup>で410nmのレーザ発振を示した。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のレーザ素子はレーザ光の共振方向に平行な方向の活性層、及びクラッド層が、誘電体薄膜と金属とで覆われているので、完全な横モードの光閉じ込めができ、安定したレーザ光を得ることができる。さらに誘電体薄膜、金属薄膜等は窒化物半導体に比べて容易に薄膜が形成できる。そのため窒化物半導体を形成するのであれば、ストライプ状にクラッド層、活性層をエッチングした後、マスクを形成して高温で選択成長を行わねばならないが、誘電体薄膜、金属薄膜等であれば、MOCVD、MBE等、窒化物半導体の成長装置でなくとも、他の簡単なCVD装置で製膜可能なので、生産技術上非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式断面図。

【図2】 図1のレーザ素子の形状を示す斜視図。

【図3】 本発明の他の実施例に係るレーザ素子の構造を示す模式断面図。

【符号の説明】

- 1・・・基板
- 2・・・n型コンタクト層
- 3・・・n型光閉じこめ層
- 4・・・n型光ガイド層
- 5・・・活性層

(6)

特開平9-199787

9

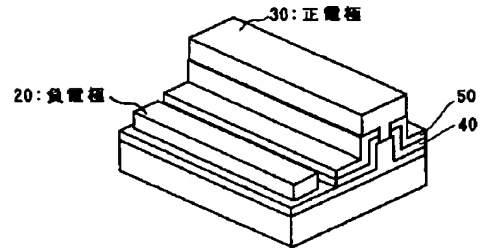
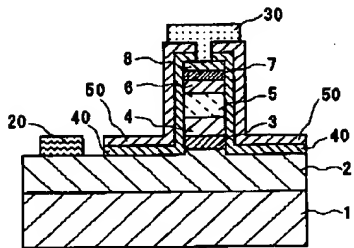
10

6 . . . . . p型光ガイド層  
5 . . . . . p型光閉じこめ層  
6 . . . . . p型コンタクト層

\* 40 . . . . . 誘電体薄膜  
50 . . . . . 金属薄膜  
\* 41 . . . . . 第二の誘電体薄膜

【図1】

【図2】



【図3】

